

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-284638

(43)Date of publication of application : 29.10.1996

(51)Int.Cl.

F01N 3/02

F01N 3/02

F01N 3/02

(21)Application number : 07-085742

(71)Applicant : TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD

(22)Date of filing : 11.04.1995

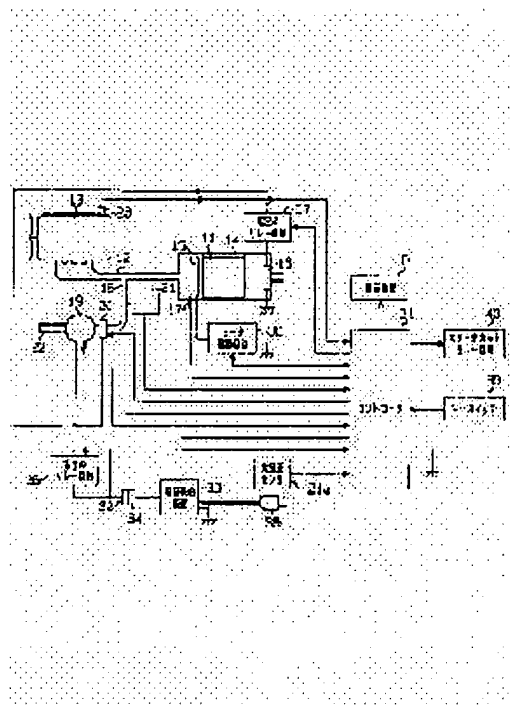
(72)Inventor : TANIGUCHI HIROYUKI  
MIZUNO NAOKI  
KIYOSAKE YOSHIO  
MATSUSHITA YOSHIKO

## (54) COMPUTING METHOD FOR PARTICULATE COLLECTING AMOUNT AND EXHAUST EMISSION CONTROL SYSTEM FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable regenerating treatment without breaking out a filter by calculating the collecting amount of particulate extremely and correctly.

CONSTITUTION: A diesel particulate filter(DPF) 11 is arranged in the exhaust system of an engine 13, and particulate in exhaust gas is collected. A pressure sensor 21 is arranged upstream from the DPF 11 to detect the atmospheric pressure PG and upstream side pressure PD of the DPF 11 at the time of engine driving. Rotating speed N of the engine 13 is detected by an engine rotating speed sensor 23. A collecting amount Y is found out from a pressure difference  $\Delta P (=PD-PG)$  and the rotating speed N while utilizing neural net by a controller 31.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-284638

(43)公開日 平成8年(1996)10月29日

(51)IntCl <sup>°</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/02	3 2 1		F 0 1 N 3/02	3 2 1 K
	Z A B			Z A B
	3 4 1			3 4 1 M
				3 4 1 R

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平7-85742

(22)出願日 平成7年(1995)4月11日

(71)出願人 000003218

株式会社豊田自動織機製作所

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地

(72)発明者 谷口 浩之

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会  
社豊田自動織機製作所内

(72)発明者 水野 直樹

愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工  
業大学 内

(72)発明者 清酒 芳夫

愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工  
業大学 内

(74)代理人 弁理士 恩田 博宜

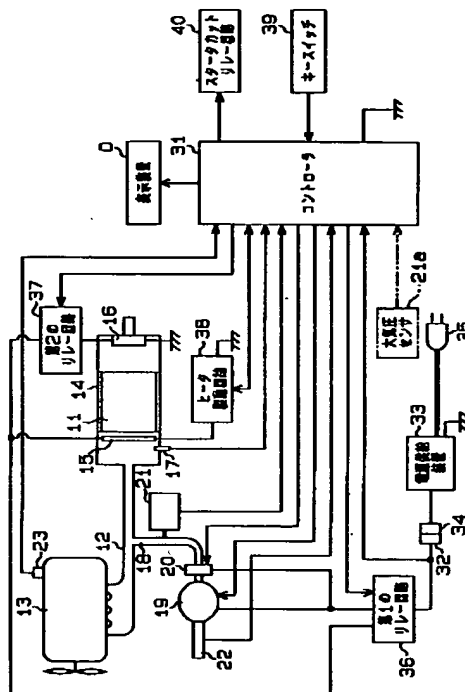
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パティキュレート捕集量の演算方法及び内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】パティキュレートの捕集量を極めて正確に演算し、フィルタを損傷させることなく再生処理を可能にする。

【構成】ディーゼルパティキュレートフィルタ (D P F) 1 1 はエンジン1 3 の排気系に設けられ、排気ガス中のパティキュレートを捕集する。圧力センサ2 1 はD P F 1 1 の上流側に設けられ、大気圧P G とエンジン駆動時におけるD P F 1 1 の上流側圧力P D を検出する。エンジン回転数センサ2 3 はエンジンの回転数Nを検出する。コントローラ3 1 はニューラルネットを利用して差圧 $\Delta P (=P D -P G)$ と回転数Nから捕集量Yを求める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気系に設置され排気ガス中に含まれるパティキュレート捕集するフィルタにおけるパティキュレート捕集量の演算方法であって、ニューラルネットを利用して前記捕集量を求めるようにしたパティキュレート捕集量の演算方法。

【請求項2】 内燃機関の排気系に設置され排気ガス中に含まれるパティキュレートを捕集するフィルタにおけるパティキュレート捕集量の演算方法であって、ニューラルネットを利用してフィルタ前後の差圧から前記捕集量を求めるようにしたパティキュレート捕集量の演算方法。

【請求項3】 内燃機関の排気系に設置され排気ガス中に含まれるパティキュレートを捕集するフィルタにおけるパティキュレート捕集量の演算方法であって、ニューラルネットを利用してフィルタ前後の差圧及び内燃機関の回転数から捕集量を求めるようにしたパティキュレート捕集量の演算方法。

【請求項4】 差圧は、大気圧に対するフィルタの内燃機関側の圧力との差である請求項2又は3に記載のパティキュレート捕集量の演算方法。

【請求項5】 内燃機関の排気系に設置され排気ガス中に含まれるパティキュレートを捕集するフィルタと、フィルタ前後の差圧を検出するための圧力センサと、内燃機関の回転数を検出するための回転数センサと、圧力センサの検出信号に基づいてその時の差圧を演算する差圧演算手段と、

回転数センサの検出信号に基づいてその時の回転数を演算する回転数演算手段と、ニューラルネットを利用して前記両演算手段にて演算された差圧及び回転数からパティキュレート捕集量を算出する算出手段とからなる内燃機関の排気浄化装置。

【請求項6】 算出手段は、差圧、回転数、及び、その時の教師信号となる実際の捕集量から誤差逆伝播法の学習則にて求められるニューラルネットにおける入力層と中間層の間のシナプス荷重値及び中間層と出力層の間のシナプス荷重値が予め用意され、その予め用意された各シナプス荷重値を用いてパティキュレート捕集量を算出するようにした請求項5に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項7】 算出手段は、算出したパティキュレート捕集量について先に算出したパティキュレート捕集量とで移動平均値を求める第1の演算手段と、この移動平均値と先に求めた移動平均値の最大値とを比較し、大きい移動平均値をその時点でのパティキュレート捕集量とする第2の演算手段とを含む請求項5又は6に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項8】 内燃機関の排気浄化装置は、算出手段が算出したパティキュレート捕集量を表示する表示装置を備えている請求項5乃至7のいずれか1つに記載の内燃

機関の排気浄化装置。

【請求項9】 内燃機関の排気浄化装置は、算出手段が算出したパティキュレート捕集量に基づいてフィルタを再生処理する再生処理手段を備えている請求項5乃至8のいずれか1つに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項10】 再生処理手段は、フィルタを加熱するヒータと、フィルタに空気を供給するエア供給ポンプと、前記ヒータ及びエア供給ポンプを駆動制御する駆動制御手段を含む請求項9に記載の内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、パティキュレート捕集量の演算方法及び内燃機関の排気浄化装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、ディーゼルエンジンの排気ガス中に含まれるパティキュレートを捕集するために、ディーゼルパティキュレートフィルタ（以下、DPFという）が使用されている。DPFは、例えばコーディエライト等のセラミックよりなるハニカム形状の筒体で形成されている。DPFは、排気管の下流側に設けられ、エンジンから排出される排気ガスを透過させその透過時に排気ガス中に含まれるパティキュレートを捕集する。DPFによるパティキュレートの捕集量が、所定の量に達すると、機能回復のための該DPFの再生処理が行われる。再生処理は、該DPFを加熱して捕集されているパティキュレートを燃やすことによって再びフィルタとしての機能を回復させるものである。

【0003】この再生処理におけるDPFの加熱制御は、正確に行われる必要がある。つまり、加熱条件が同じであっても、その時のDPFが捕集した捕集量によって過度の温度上昇がDPFにみられる。この過度の温度上昇は、DPFにクラックや溶損を生じさせる。この再生処理時におけるDPFのクラックや溶損は、DPFの耐久性を著しく低減させるものである。従って、再生時において、パティキュレートの捕集量に対する加熱条件の設定は、重要となる。

【0004】しかしながら、捕集量に対する加熱条件が決まっても、再生処理をする際にDPFが実際に捕集している捕集量が正確に認識されている必要がある。つまり、捕集量検出が不正確な場合、実際の捕集量とは違う捕集量に対する加熱条件が選択され再生処理が行われてDPFのクラックや溶損を招くことになる。従って、DPFにおけるパティキュレートの捕集量は、正確に検出される必要がある。

【0005】一般に、パティキュレートの捕集量の検出には、フィルタの上流側と下流側との差圧と予め用意された再生のための基準差圧とを比較してその時の捕集量を検出するものがある。

【0006】さらに、特開平4-325707号公報には、フィルタ内の平均温度を求め、その平均温度からフィルタの上流側と下流側との差圧を基準状態での差圧に換算し、その換算された差圧を所定の再生基準差圧と比較することによって再生時期を判断するようにした装置が提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、捕集量は、排気温度、差圧等の各要素に対して非線形であるため、精度の高い検出ができなかった。特に、フォークリフト等の産業車両やバス、トラック等の大型車両に搭載される内燃機関においては過渡運転される場合が多く、精度の高い捕集量の検出は更に困難であった。

【0008】本発明は、上記問題点を解消するためになされたものであって、その目的は従来とは全く異なる方法でバティキュレート捕集量を極めて正確に演算し、フィルタを損傷させることなく再生処理を可能にするバティキュレート捕集量の演算方法及び内燃機関の排気浄化装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、内燃機関の排気系に設置され排気ガス中に含まれるバティキュレートを捕集するフィルタにおけるバティキュレート捕集量の演算方法であって、ニューラルネットを利用して捕集量を求めるようにした。

【0010】請求項2の発明は、内燃機関の排気系に設置され排気ガス中に含まれるバティキュレートを捕集するフィルタにおけるバティキュレート捕集量の演算方法であって、ニューラルネットを利用してフィルタ前後の差圧から捕集量を求めるようにした。

【0011】請求項3の発明は、内燃機関の排気系に設置され排気ガス中に含まれるバティキュレートを捕集するフィルタにおけるバティキュレート捕集量の演算方法であって、ニューラルネットを利用してフィルタ前後の差圧及び内燃機関の回転数から捕集量を求めるようにした。

【0012】請求項4の発明は、請求項2又は3に記載の発明において、差圧は大気圧に対するフィルタの内燃機関側の圧力の差とした。請求項5の発明は、内燃機関の排気系に設置され排気ガス中に含まれるバティキュレートを捕集するフィルタと、フィルタ前後の差圧を検出するための圧力センサと、内燃機関の回転数を検出するための回転数センサと、圧力センサの検出信号に基づいてその時の差圧を演算する差圧演算手段と、回転数センサの検出信号に基づいてその時の回転数を演算する回転数演算手段と、ニューラルネットを利用して前記両演算手段にて演算された差圧及び回転数からバティキュレート捕集量を算出する算出手段とからなる内燃機関の排気浄化装置。

【0013】請求項6の発明は、請求項5に記載の発明

において、算出手段は、差圧、回転数、及び、その時の教師信号となる実際の捕集量から誤差逆伝播法の学習則にて求められるニューラルネットにおける入力層と中間層の間のシナプス荷重値及び中間層と出力層の間のシナプス荷重値が予め用意され、その予め用意された各シナプス荷重値を用いてバティキュレート捕集量を算出するようにした。

【0014】請求項7の発明は、請求項5又は6に記載の発明において、算出手段は、算出したバティキュレート捕集量について先に算出したバティキュレート捕集量とで移動平均値を求める第1の演算手段と、この移動平均値と先に求めた移動平均値の最大値とを比較し、大きい移動平均値をその時点でのバティキュレート捕集量とする第2の演算手段とを含む。

【0015】請求項8の発明は、請求項5乃至7のいずれか1つに記載の発明において、内燃機関の排気浄化装置は、算出手段が算出したバティキュレート捕集量を表示する表示装置を備えている。

【0016】請求項9の発明は、請求項5乃至8のいずれか1つに記載の発明において、内燃機関の排気浄化装置は、算出手段が算出したバティキュレート捕集量に基づいてフィルタを再生処理する再生処理手段を備えている。

【0017】請求項10の発明は、請求項9に記載の発明において、再生処理手段は、フィルタを加熱するヒータと、フィルタに空気を供給するエア供給ポンプと、前記ヒータ及びエア供給ポンプを駆動制御する駆動制御手段を含む。

【0018】

【作用】請求項1の発明によれば、ニューラルネットを利用して捕集量を求めるようにしたので、非線形性が強い捕集量推定を極めて正確に求めることができる。

【0019】請求項2の発明によれば、ニューラルネットを利用してフィルタ前後の差圧から捕集量を求めたので、差圧に対して非線形な捕集量を極めて正確に求めることができる。

【0020】請求項3の発明によれば、ニューラルネットを利用してフィルタ前後の差圧及び内燃機関の回転数から捕集量を求めたので、差圧及び回転数に対して非線形な捕集量を極めて正確に求めることができる。

【0021】請求項4の発明によれば、差圧は大気圧に対するフィルタの内燃機関側の圧力の差としたので、一度大気圧を求めればよく、後はフィルタの内燃機関側の圧力のみを逐次検出するだけよくなる。

【0022】請求項5の発明によれば、差圧演算手段は圧力センサの検出信号に基づいてその時の差圧を演算する。回転数演算手段は回転数センサの検出信号に基づいてその時の回転数を演算する。算出手段はニューラルネットを利用して前記両演算手段にて演算された差圧及び回転数からフィルタのバティキュレート捕集量を算出す

る。

【0023】請求項6の発明によれば、算出手段は、予め用意された各シナプス荷重値を用いてパティキュレート捕集量を算出する。請求項7の発明によれば、第1の演算手段は算出したパティキュレート捕集量について先に算出したパティキュレート捕集量とで移動平均値を求める。第2の演算手段はこの移動平均値と先に求めた移動平均値の最大値とを比較し、大きい移動平均値をその時点でのパティキュレート捕集量とする。その結果、その時々で求められる捕集量がより変動の小さいものとなる。

【0024】請求項8の発明によれば、算出手段が算出したパティキュレート捕集量を表示する表示装置を備えたことから、現在の捕集量が確認できる。請求項9の発明によれば、再生処理手段を備えたので、算出手段が算出したパティキュレート捕集量に基づいてフィルタについて確実な再生処理することができる。

【0025】請求項10の発明によれば、駆動制御手段は、ヒータを加熱制御するとともに、エア供給ポンプを制御してフィルタに供給する空気の供給量を制御する。

【0026】

【実施例】本発明の一実施例を図面に従って説明する。図1は、フォークリフトに搭載したディーゼルエンジンに備えた排気浄化装置の基本構成を示す。

【0027】ディーゼルパティキュレートフィルタ(DPF)11は、排気管12を介してディーゼルエンジン13に接続されている。DPF11は内部がハニカム形状の筒体であって、本実施例ではコーディエライトにて形成されている。DPF11は、エンジン13からの排気ガスを透過しその透過時に排気ガス中に含まれるパティキュレートを捕集する。DPF11を透過した排気ガスは、大気中に放出される。

【0028】DPF11は、排気管12に連結された収容筒14内に配設されている。収容筒14において、DPF11の前側(上流側)にはヒータ15が設けられている。又、収容筒14において、DPF11の後側(下流側)には後処理装置16が設けられている。ヒータ15は、再生処理時にDPF11を加熱してDPF11が捕集したパティキュレートを燃やすためのものである。後処理装置16は、パティキュレートを燃やしているときに発生する白煙を吸着し外部に出ないようにするためのものである。さらに、収容筒14において、ヒータ15の隣接した位置には、温度センサ17が設けられている。温度センサ17にて検出される温度は、エンジン13の駆動時には、排気温度の検出に利用される。

【0029】排気管12から分岐した分岐管18には、エア供給ポンプ19が設けられている。エア供給ポンプ19は、DPF11の再生処理時に空気をDPF11に供給するためのものである。分岐管18には、電磁ソレノイドバルブ20が設けられている。電磁ソレノイドバ

ルブ20は、分岐管18を開閉するためのものであって、エア供給ポンプ19からDPF11に供給する空気を遮断したり、供給量を制御する。又、電磁ソレノイドバルブ20と排気管12の間の分岐管18には、圧力センサ21が設けられている。圧力センサ21は、エンジン駆動時には、排気管12内の圧力、即ち、DPF11の上流側圧力を検出するために利用される。又、エンジン始動直前においては、圧力センサ21は大気圧を検出するために利用される。

【0030】エア供給ポンプ19には、エアフロセンサ22が設けられている。エアフロセンサ22は、エア供給ポンプ19による空気吸入量、即ち、再生処理時におけるDPF11に供給する空気供給量を検出するために利用される。前記エンジン13には、エンジン回転数センサ23が設けられている。エンジン回転数センサ23は、エンジン13の回転数を検出する。

【0031】次に、DPF11の捕集量を演算し、該DPF11の再生処理を制御するための電氣的構成について説明する。算出手段及び駆動制御手段としてのコントローラ31は、マイクロコンピュータ、再生処理動作のための制御プログラム等を記憶するROM、各種データを記憶するRAM、及び、入出力インターフェイスを含む。コントローラ31は、前記した各センサ17、21、22、23からの検出信号を入力する。コントローラ31は、温度センサ17からの検出信号に基づいてDPF11を透過する排気ガス温度を演算する。コントローラ31は、圧力センサ21からの検出信号に基づいてDPF11の上流側圧力を演算する。コントローラ31は、エアフロセンサ22からの検出信号に基づいてエア供給ポンプ19による空気吸入量を演算する。コントローラ31は、エンジン回転数センサ23からの検出信号に基づいてエンジン13の回転数を演算する。

【0032】コントローラ31は、受電側コネクタ32の接続検知端子に接続されている。受電側コネクタ32は、電源供給装置33の給電側コネクタ34と接続される。該供給装置33は、プラグ35を介して交流電源を入力し、その交流電源を直流電源に変換して給電側コネクタ34に出力する。

【0033】受電側コネクタ32が給電側コネクタ34と接続して電源供給装置33から直流電源が供給されると、受電側コネクタ32の接続検知端子からその電源が供給された旨の電源投入信号がコントローラ31に出力される。コントローラ31は、この電源投入信号に基づいて再生処理モードとなる。再生処理モードとは、DPF11が捕集したパティキュレートを燃やすために行われる処理動作であって、その時の捕集量に対してDPF11に対する加熱温度及び空気供給量を制御するための処理動作を行うモードである。

【0034】受電側コネクタ32に供給される直流電源は、第1のリレー回路36を介してヒータ15、エア供

給ポンプ19、及び、電磁ソレノイドバルブ20に駆動電源として供給される。又、直流電源は、第1及び第2のリレー回路36、37を介して後処理装置16に駆動電源として供給される。

【0035】コントローラ31は、前記第1及び第2のリレー回路36、37に制御信号を出力する。第1のリレー回路36は、制御信号に基づいてヒータ15、エア供給ポンプ19、及び、電磁ソレノイドバルブ20に対して駆動電源の供給をそれぞれ制御する。第2のリレー回路37は、制御信号に基づいて後処理装置16に対し

て駆動電源の供給を制御する。  
【0036】又、コントローラ31は、前記した電磁ソレノイドバルブ20に制御信号を出力する。電磁ソレノイドバルブ20は、制御信号に基づいて分岐管18を開閉する。又、コントローラ31は、ヒータ駆動回路38に接続され制御信号を出力する。ヒータ駆動回路38は、制御信号に基づいてヒータ15に流れる電流を制御しDPF11の加熱温度を制御する。

【0037】さらに、コントローラ31は、キースイッチ39に接続され、キースイッチ39の状態を検出する。コントローラ31は、前記した再生処理モードの状態において、キースイッチ39がアクセサリ位置又はキーイン位置にあるときには、図示しないスタータモータを始動させないためのカット信号をスタータカットリレー回路40に出力する。又、コントローラ31は、キースイッチ39がアクセサリ位置又はキーイン位置にあってエンジンが駆動中で受電側コネクタ32から電源投入信号がないときには、捕集量算出モードとなる。捕集量算出モードとは、エンジン13の駆動時においてその時のエンジン回転数Nと差圧 $\Delta P$ とでDPF11が捕集しているパーティキュレートの捕集量を算出する処理動作を行うモードである。尚、差圧 $\Delta P$ は、大気圧PG、DPF11の上流側圧力をPDとすると、 $\Delta P = PD - PG$ で表される。

【0038】コントローラ31は、表示装置Dと接続されていて、その時々DPF11が捕集したパーティキュレートの捕集量を表示するようになっている。次に上記のように構成した、排気浄化装置の作用について説明する。

【0039】再生処理について説明する。今、フォークリフトを電源供給装置33が設置されている場所まで走行させる。そして、エンジン13を停止させる。続いて、受電側コネクタ32を電源供給装置33の給電側コネクタ34に接続する。

【0040】コントローラ31は、両コネクタ32、34の接続に基づいて電源投入信号を入力して再生処理モードになる。続いて、表示装置Dにある再生開始ボタンを押すと、コントローラ31は、第1及び第2のリレー回路36、37に制御信号を出力し、ヒータ15、後処理装置16、エア供給ポンプ19、及び、電磁ソレノイ

ドバルブ20に電源を印加する。又、コントローラ31は電磁ソレノイドバルブ20に制御信号を出力して、分岐管18を開く。

【0041】従って、ヒータ15は発熱してDPF11を加熱するとともに、エア供給ポンプ19は駆動してDPF11に空気を供給する。DPF11は加熱され捕集しているパーティキュレートが燃焼される。このDPF11の加熱制御は、DPF11が捕集するパーティキュレートの捕集量Yによって決定されている。

【0042】つまり、その時の捕集量Yによって、再生処理のための所要時間、DPF11のその時々加熱温度、並びに、空気供給量が決められている。この各制御量は、DPF11にクラックや溶損等の損傷を与えることなく効率よくパーティキュレートを燃やすることができる値に設定されている。そして、再処理中におけるその時々加熱温度、空気供給量等の制御量データは、捕集量Y毎に予めROMに記憶されている。そして、コントローラ31は、その時点でDPF11が捕集しているパーティキュレートの捕集量YをRAMから読み出す。続いて、コントローラ31は、その捕集量Yに対する制御量データを読み出し、その制御量データと予め定められた再生処理のための制御プログラムに基づいてDPF11の再生処理制御を実行する。

【0043】そして、コントローラ31は、再生処理のための制御プログラムに基づく再生処理が終了すると、第1及び第2のリレー回路36、37への制御信号を消失させる。第1及び第2のリレー回路36、37は、制御信号の消失に応答してエア供給ポンプ19、ヒータ15、及び、電磁ソレノイドバルブ20、並びに、後処理装置16への電源供給を遮断する。従って、エア供給ポンプ19、ヒータ15、及び、後処理装置16の駆動は停止するとともに、電磁ソレノイドバルブ20は、分岐管18を閉じる。

【0044】そして、受電側コネクタ32を給電側コネクタ34から切り離すと、コントローラ31は、再生処理モードから抜けて通常のモードになり、エンジン13を駆動させることができるモードとなる。エンジン13が駆動されると、DPF11はエンジン13から排気される排気ガス中のパーティキュレートを捕集する。コントローラ31は、エンジン13が駆動すると捕集量算出モードとなり上記した再生処理のために用いられる捕集量Yを算出する。

【0045】以下、コントローラ31による捕集量Yの算出について図2に示すフローチャートに従って説明する。エンジン13が始動していない状態であってキースイッチ39が差し込まれアクセサリ位置にセットされると、コントローラ31は、圧力センサ21からの検出信号を入力し、エンジン始動前のDPF11上流側の圧力、即ち大気圧PGを検出する。この大気圧PGは、RAMに記憶される。

【0046】続いて、キー操作によりエンジン13が駆動されると、エンジン13から排気される排気ガス中のパーティキュレートは、DPF11に捕集される。コントローラ31は、3分間待機した後（ステップ101）にステップ102に移る。ステップ102において、コントローラ31は、圧力センサ21の検出信号からその時のDPF11上流側の圧力PDを100ミリ秒毎に求め、この圧力PDと大気圧PGとで差圧 $\Delta P (=PD - PG)$ を求める。又、コントローラ31は、エンジン回転数センサ23の検出信号からその時のエンジン回転数Nを100ミリ秒毎に求める。

【0047】コントローラ31は、ステップ103、104において、この差圧 $\Delta P$ とエンジン回転数Nとでその時々捕集量Yを算出する。捕集量Yの算出は、ニューラルネットを応用している。つまり、コントローラ31は、差圧 $\Delta P$ とエンジン回転数Nの2つの入力値と、予め求められているシナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ から捕集量Yを求める。図3は、その原理を説明するための概\*

第1の中間ユニット51の出力 $f_1$ は、 $f_1 = f(\Delta P \cdot W_{1,1} + N \cdot W_{2,1})$   
 第2の中間ユニット52の出力 $f_2$ は、 $f_2 = f(\Delta P \cdot W_{1,2} + N \cdot W_{2,2})$   
 第3の中間ユニット53の出力 $f_3$ は、 $f_3 = f(\Delta P \cdot W_{1,3} + N \cdot W_{2,3})$   
 第4の中間ユニット54の出力 $f_4$ は、 $f_4 = f(\Delta P \cdot W_{1,4} + N \cdot W_{2,4})$   
 第5の中間ユニット55の出力 $f_5$ は、 $f_5 = f(\Delta P \cdot W_{1,5} + N \cdot W_{2,5})$   
 第6の中間ユニット56の出力 $f_6$ は、 $f_6 = f(\Delta P \cdot W_{1,6} + N \cdot W_{2,6})$   
 第7の中間ユニット57の出力 $f_7$ は、 $f_7 = f(\Delta P \cdot W_{1,7} + N \cdot W_{2,7})$   
 第8の中間ユニット58の出力 $f_8$ は、 $f_8 = f(\Delta P \cdot W_{1,8} + N \cdot W_{2,8})$   
 第9の中間ユニット59の出力 $f_9$ は、 $f_9 = f(\Delta P \cdot W_{1,9} + N \cdot W_{2,9})$   
 第10の中間ユニット60の出力 $f_{10}$ は、

$$f_{10} = f(\Delta P \cdot W_{1,10} + N \cdot W_{2,10})$$

となる。

30※は、

【0051】又、出力層43の出力、即ち、捕集量Y ※

$$Y = f_1 \cdot V_1 + f_2 \cdot V_2 + f_3 \cdot V_3 + f_4 \cdot V_4 + f_5 \cdot V_5 \\ + f_6 \cdot V_6 + f_7 \cdot V_7 + f_8 \cdot V_8 + f_9 \cdot V_9 + f_{10} \cdot V_{10}$$

となる。

【0052】コントローラ31は、ステップ103、104において、上記したニューラルネットを利用した演算を行いその時々捕集量Yを求める。本実施例では、コントローラ31は、100ミリ秒ごとに圧力PDとエンジン回転数Nをサンプリングし、捕集量Yを求めている。

【0053】ステップ105において、コントローラ31は、求められた捕集量Yと、先に求められた127個の捕集量Yとから移動平均値を求める。コントローラ31は、この移動平均値を今回の捕集量YAVとしステップ106に移る。コントローラ31は、この捕集量YAVと、先に求められている最大の捕集量YMAXとを比較する。そして、新たに求められた捕集量YAVが捕集量YMAXより大きな値のとき、該捕集量YAVを新たな最大の捕集量YMAXとしてRAMに更新登録する。又、反対に、新たに求められた捕集量YAVが捕集量YMAX以下のと ★50

\*念図である。

【0048】入力層41のユニット数は2（尚、実際にはこのユニット数は、しきい値入力を含めて3とする）、中間層42のユニット数は10（尚、実際にはこのユニット数は、しきい値入力を含めて11とする）、及び、出力層43のユニット数は1としている。

【0049】入力層41と中間層42との間のシナプス荷重値 $W_{j,i}$ は20個が予め用意されている。その内訳は、差圧 $\Delta P (=PD - PG)$ に対して10個のシナプス荷重 $W_{1,1} \sim W_{1,10}$ が予め用意されている。又、回転数Nに対して10個のシナプス荷重 $W_{2,1} \sim W_{2,10}$ が予め用意されている。

【0050】中間層42と出力層43との間のシナプス荷重値 $V_j$ （ $V_1 \sim V_{10}$ ）は、10個が予め用意されている。従って、この場合、

★き、該捕集量YAVは消去して先の最大の捕集量YMAXをそのままRAMに保持する。そして、再生処理時において、この最大の捕集量YMAXがその時点での捕集量となり、この最大の捕集量YMAXに対して加熱制御がなされる。

【0054】ステップ107において、コントローラ31は、RAMに記憶されたその最大の捕集量YMAXをその時のDPF11の捕集量として表示装置Dに表示する。従って、表示装置Dにその時のDPF11の捕集量が表示されるため、ドライバは、再生処理の必要性を逐次確認することができる。

【0055】又、コントローラ31は、差圧 $\Delta P$ とエンジン回転数Nに対して非線形な捕集量Yを求めるのに上記ニューラルネットを利用した演算で求めたので極めて正確なDPF11の捕集量Yを求めることができる。しかも、コントローラ31は、その時々求めた捕集量Yを移動平均をとりその移動平均値を捕集量YAVとした。

さらに、その捕集量YAVと先に発生した最大の捕集量YMAXとを比較し大きい方をDPF11が捕集している捕集量とした。従って、その時々で得られる捕集量Yの変動に左右されて表示装置Dに表示される捕集量が目まぐるしく変化することがない。その結果、ドライバは、変動に惑わされることなく的確な再生処理の時期を判断することができる。

【0056】次に、コントローラ31が、捕集量Yを求めるために使用したシナプス荷重値 $W_{j,i}$  ( $W_{1,1} \sim W_{1,10}$ ,  $W_{2,1} \sim W_{2,10}$ )、 $V_j$  ( $V_1 \sim V_{10}$ )について説明する。図4は、各シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ を求める際に用いたニューラルネットのモデルを示す。このモデルは、図3にモデルに対応させていて、入力層61のユニット数が2、中間層62のユニット数が10、及び、出力層63のユニット数が1としている。そして、本実施例では、各シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ は、誤差逆伝播法(Error Back Propagation)の慣性項付き一括修正法を適用した学習方法にて求めている。つまり、2つの入力(差圧 $\Delta P$ 、回転数N)に対して望ましい出力(教師信号YT)を外部から逐次教示して、実際の出力(捕集量Y)が教師信号YTに近づくように各シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ を変える。そして、この動作を繰り返すことにより、各シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ を最適な値に設定するものである。

【0057】そして、各シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ は、以下のようにして決定される。

$X_i$  (即ち、差圧 $\Delta P$ 、回転数N)を入力層61の入力信号、Yを出力層63の出力信号、 $W_{j,i}$ を入力層61と中間層62との間のシナプス荷重、 $V_j$ を中間層62と出力層63との間のシナプス荷重とすると、

$$Y = f(\sum V_j \cdot h_j)$$

$$h_j = f(\sum W_{j,i} \cdot X_i)$$

但し、 $f(\cdot)$ はシグモイド関数とする。

$$【0058】 f(z) = 1 / (1 + e^{-az})$$

又、評価関数を出力層63の出力Yと教師信号YTとの二乗誤差Eで定義する。

$$【0059】 E = \sum e^2 / 2$$

$$e = Y_T - Y$$

シナプス荷重 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ の学習則(誤差逆伝播法の慣性項付き一括修正法)は、最急降下法により、

$$V_j(t) = V_j(t-1) + \Delta V_j(t)$$

$$\Delta V_j(t) = \eta \cdot e \cdot f'(\sum V_j \cdot h_j) \cdot h_j + \alpha \cdot \Delta V_j(t-1)$$

$$W_{j,i}(t) = W_{j,i}(t-1) + \Delta W_{j,i}(t)$$

$$\Delta W_{j,i}(t)$$

$$= \eta \cdot \sum (e \cdot V_j) f'(\sum W_{j,i} \cdot X_i) \cdot f'$$

$$(\sum V_j \cdot h_j) \cdot X_i + \alpha \cdot \Delta W_{j,i}(t-1)$$

tは、サンプリング時間毎の時系列

a、 $\eta$ 、 $\alpha$ は自由パラメータ

そして、上記の演算で各シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ を

求めるために、学習に使用するためのデータを事前に求める。

【0060】この作業は、DPFを搭載した機台のエンジンを駆動させて差圧 $\Delta P$ と回転数Nと、その時々の実際の捕集量(この捕集量が教師信号YTとなる)を2つのDPFによって求めることによって行われる。

【0061】第1のDPFについて、捕集量がYA1、YA2、YA3、YA4、YA5、YA6、YA7の7箇所での回転数Nと差圧 $\Delta P$ のデータを収集した。又、第2のDPFについて、捕集量がYB1、YB2、YB3、YB4、YB5、YB6の6箇所での回転数Nと差圧 $\Delta P$ のデータを収集した。尚、捕集量の単位はg/lである。

【0062】又、各捕集量YA1~YA7、YB1~YB6での回転数Nと差圧 $\Delta P$ でのサンプリング周期は、100ミリ秒としている。サンプリング時間は4分としている。従って、各捕集量YA1~YA7、YB1~YB6毎に2400個のサンプリングデータ、即ち回転数Nと差圧 $\Delta P$ を収集する。

【0063】そして、各捕集量YA1~YA7、YB1~YB6に対するサンプリングデータから、二乗誤差Eを求め、その二乗誤差Eから各シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ は求められることになる。この演算は、コンピュータを用いて行われる。図5は、コンピュータが実行する各シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ を求めるためのフローチャートを示す。以下、このフローチャートに従って各シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ の求め方を説明する。

【0064】コンピュータは、ステップ201にて各シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ を初期セットした後、ステップ202にて捕集量YA1に対するサンプリングデータを取り込む。この時、この時、捕集量YA1に対する2400個のサンプリングデータ(回転数Nと差圧 $\Delta P$ )の内の最初の200個のサンプリングデータを選択する。又、教師信号YTはYA1となる。

【0065】続いて、ステップ203において、教師信号YT(=YA1)と、それぞれ200個の回転数Nと差圧 $\Delta P$ のサンプリングデータから上記式を用いて二乗誤差Eを求め、その二乗誤差E等からその時のシナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ を演算し、ステップ204にてメモリにその求められたシナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ を更新登録する。

【0066】以後、同様に捕集量YA2~YA7、YB1~YB5に対して順次サンプリングデータを取り込み最初の200個のサンプリングデータに基づいてシナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ を求め更新する。

【0067】そして、ステップ238~240にて、13個目の捕集量YB6に対する最初の200個のサンプリングデータに基づいて求められたシナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ の更新登録が終了すると、ステップ241に移る。ステップ241において、各捕集量YA1~YA7、YB1~YB6に対する全てサンプリングデータについて演算



13

を行い二乗誤差Eが許容範囲にあるか否かを判断する。許容範囲(例えば $\pm 2.0 \text{ g/l}$ )外であれば、再びステップ202に戻り、各捕集量YA1~YA7、YB1~YB6に対する次の新たな200個のサンプリングデータに基づいて二乗誤差Eを求めるとともにシナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ を更新登録する。

【0068】そして、各捕集量YA1~YA7、YB1~YB6に対する全てのサンプリングデータに基づいて学習が繰り返され、二乗誤差Eが目標値内に入った時点で、シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ が確定される。そして、この学習結果で得られた各シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ をコントローラ31のROMに記憶する。そして、コントローラ31は、このROMに記憶した各シナプス荷重値 $W_{j,i}$ 、 $V_j$ を使用してその時々差圧 $\Delta P$ とエンジン回転数Nとで捕集量Yを算出する。

【0069】そして、このニューラルネットを利用した演算で求めた捕集量Yについて、実際にエンジンを駆動させて実験を行った。その結果を、図6及び図7に示す。図6及び図7は、差圧 $\Delta P$ 及びエンジン回転数Nの経時変化と、その時のニューラルネットを利用して求めた捕集量Yを示した図である。図6の場合、捕集量Yに対して保持される捕集量YMAXは $7.75 \text{ g/l}$ となり、実捕集量YNは $7.56 \text{ g/l}$ に対する誤差は $0.19 \text{ g/l}$ となる。また図7の場合、捕集量Yに対して保持される捕集量YMAXは $7.8 \text{ g/l}$ となり、実捕集量YNは $8.36 \text{ g/l}$ に対する誤差は $-0.56 \text{ g/l}$ となった。

【0070】この実験結果において、捕集量Yと実捕集量YNとの誤差は、最大で $0.6 \text{ g/l}$ 程度となり、過渡運転時でも十分に推定可能であることがわかった。以上詳述したように、本実施例では、差圧 $\Delta P$ 及び回転数Nに対して非線形なDPF11の捕集量Yをニューラルネットを利用して求めた。従って、エンジンが過渡運転されても極めて正確な捕集量Yを求めることが可能となった。その結果、捕集量Yに対するDPF11の再生処理を行う場合、捕集量に対する最適に加熱制御が選択することができ、DPF11を損傷させるおそれがない。

【0071】又、本実施例では、その時々で求めた捕集量Yを移動平均をとりその移動平均値を捕集量YAVとし、その捕集量YAVと先に発生した最大の捕集量YMAXとを比較し大きい方をDPF11が捕集している捕集量とした。従って、その時々で得られる捕集量Yの変動に左右されて表示装置Dに表示される捕集量が目まぐるしく変化することがない。その結果、ドライバは、変動に惑わされることなく的確な再生処理の時期を判断することができる。

【0072】尚、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく以下のように実施してもよい。

(1) 上記実施例では、ニューラルネットを利用して差圧 $\Delta P$ とエンジン回転数Nから捕集量Yを求めたが、差

14

圧 $\Delta P$ 、エンジン回転数N、及び、排気温度の3つの入力からシナプス荷重を作り、同3つの入力からニューラルネットを構築して捕集量Yを求めるようにしてもよい。勿論、吸入空気量等その他の入力を加えたり、回転数Nを省略して差圧 $\Delta P$ のみで実施してもよい。更に、吸入空気量と排気温度から捕集量を求めるようにニューラルネットを構築してもよい。この場合でも同様に正確な捕集量が求めることが可能となる。

【0073】又、差圧 $\Delta P$ の代わりにDPF11の上流側の圧力と下流側の圧力の差を用いて実施してもよい。

(2) 上記実施例では、シナプス荷重を誤差逆伝播法を用いたが、その他の学習法で求めるようにしてもよい。

(3) 上記実施例では、差圧 $\Delta P (= P_D - P_G)$ を求める際に使用される大気圧 $P_G$ を圧力センサ21から求めた。即ち、エンジン始動前の圧力センサ21からの検出信号に基づいて大気圧 $P_G$ を求めた。しかし、図1に2点鎖線で示すように大気圧 $P_G$ を専用で検出する圧力センサ21aを設けて実施してもよい。

(4) 上記実施例では、DPF11は、コーディエライトで形成したが、SiC等その他のセラミックで形成したフィルタに応用してもよい。

【0074】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、過度の運転に対してもバティキュレート捕集量を極めて正確に演算することができ、排気浄化装置に使用されるフィルタを損傷させることなく再生処理することができる効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明を具体化した排気浄化装置の構成を示す基本構成図。

【図2】 DPFの捕集量を算出を説明するためのフローチャート。

【図3】 捕集量の求めるためのニューラルネットの概念図。

【図4】 シナプス荷重値の求めるためのニューラルネットの概念図。

【図5】 シナプス荷重値の算出を説明するためのフローチャート。

【図6】 本発明による運転条件に対する差圧、エンジン回転数及び捕集量の経時変化を示す図。

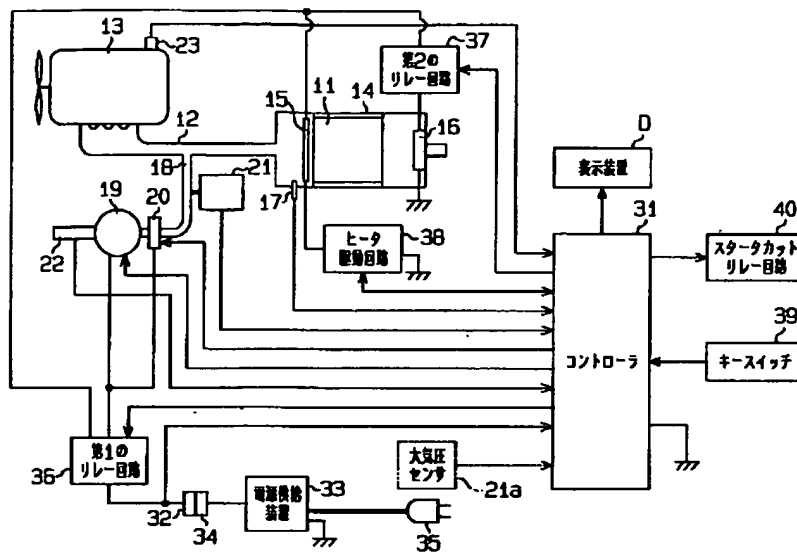
【図7】 本発明による運転条件に対する差圧、エンジン回転数及び捕集量の経時変化を示す図。

【符号の説明】

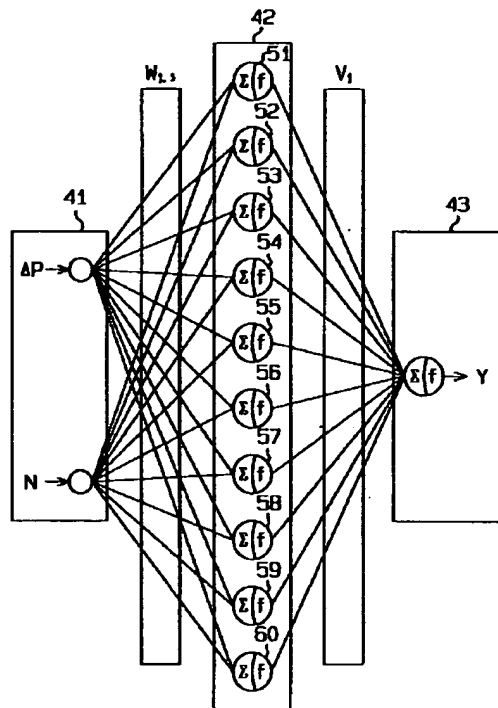
11…DPF、13…エンジン、15…再生処理手段としてのヒータ、19…再生処理手段としてのエア供給ポンプ、21…圧力センサ、23…エンジン回転数センサ、31…差圧演算手段、回転数演算手段、算出手段、第1の演算手段、第2の演算手段、再生処理手段及び駆動制御手段としてのコントローラ、D…表示装置。

50

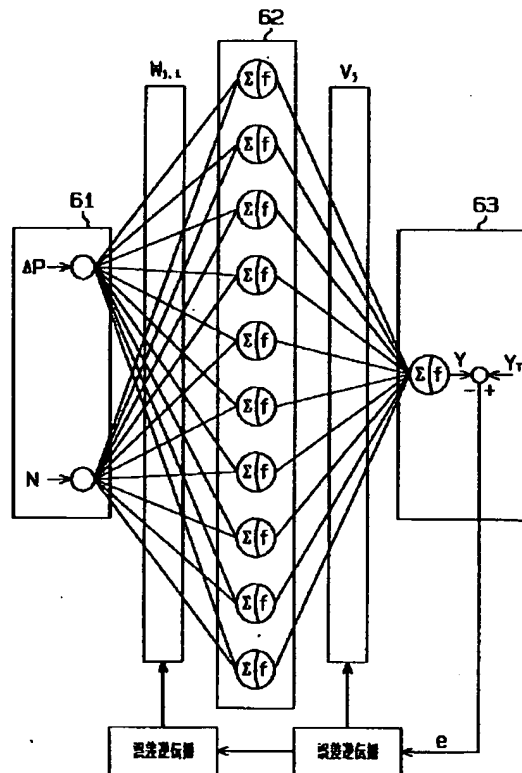
【図1】



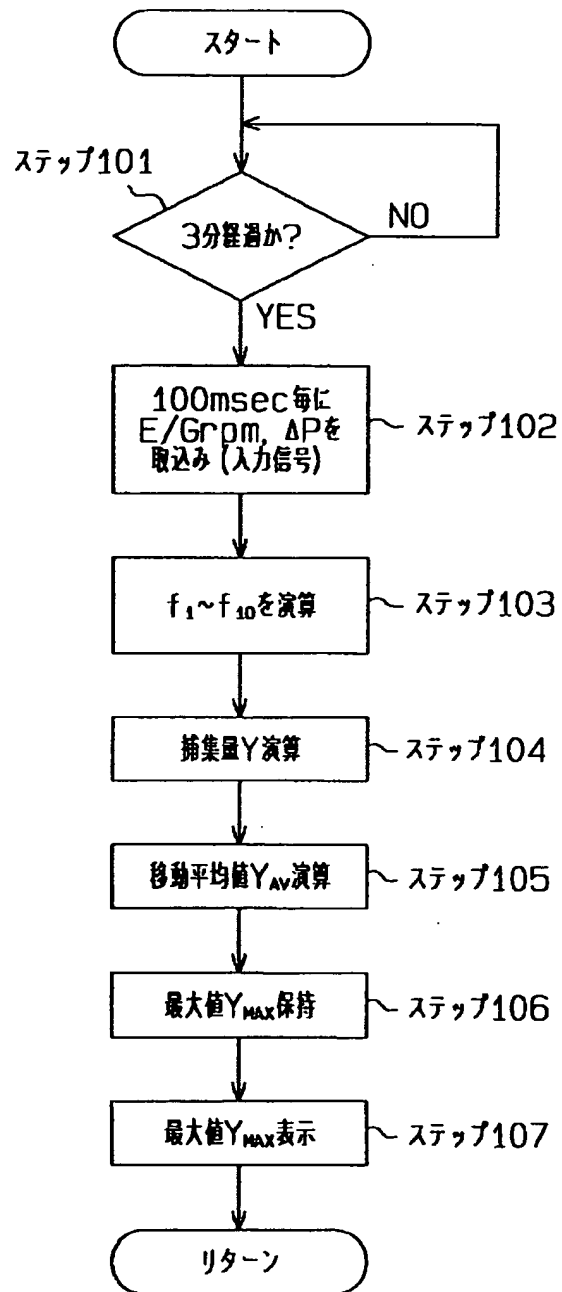
【図3】



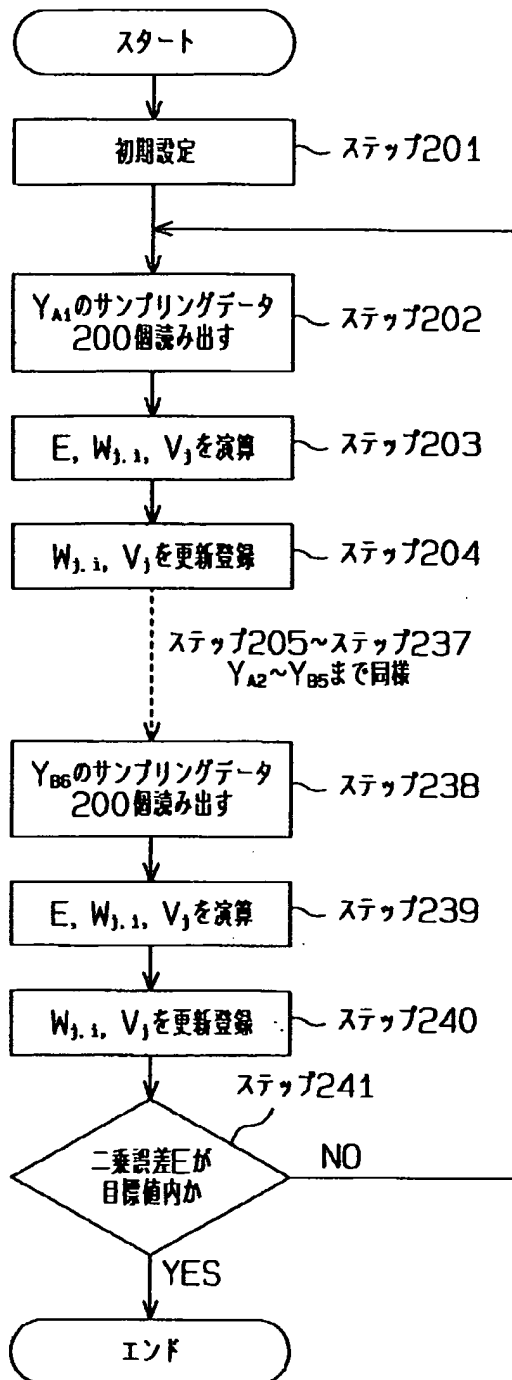
【図4】



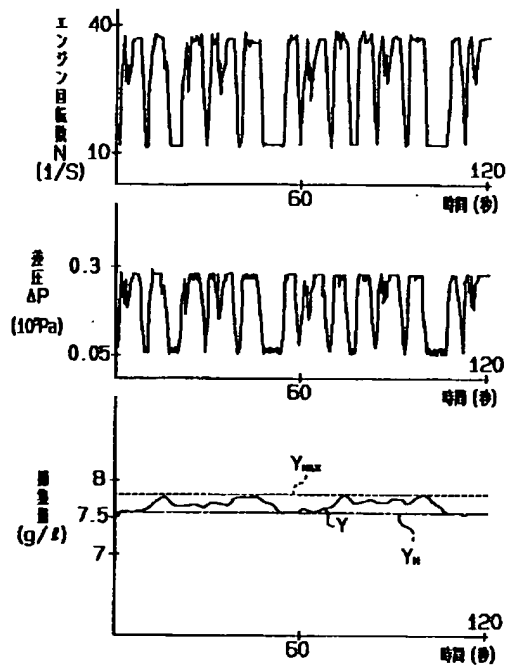
【図2】



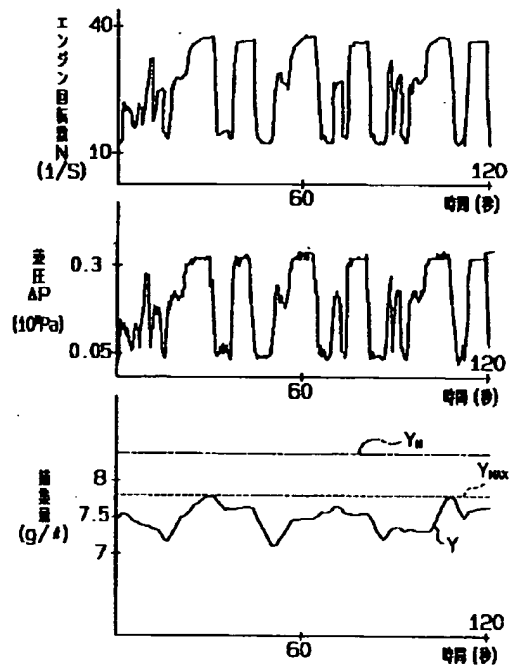
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 松下 嘉子  
愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工  
業大学 内